

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 4 日
Date of Application:

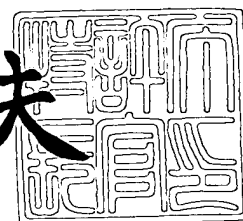
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 9 2 0 8 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 9 2 0 8 2]

出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 8 1 9 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290380602

【提出日】 平成14年10月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05B 33/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 山田 二郎

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 浅井 伸利

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 田村 眞一郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100098785

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 019482

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708092

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 表示素子およびこれを用いた表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 電極と第 2 電極との間に発光層を備えると共に、この発光層で発生した光を第 1 端部と第 2 端部との間で共振させる共振器構造を有する表示素子であって、

前記第 1 端部と前記発光層の最大発光位置との間の光学的距離 L_1 は数 1 を満たし、

前記第 2 端部と前記発光層の最大発光位置との間の光学的距離 L_2 は数 2 を満たす

ことを特徴とする表示素子。

【数 1】

$$L_1 = t L_1 + a_1$$

$$(2 t L_1) / \lambda = -\Phi_1 / (2 \pi) + m_1$$

(式中、 $t L_1$ は前記第 1 端部と前記最大発光位置との間の光学的理論距離、 a_1 は前記発光層における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 Φ_1 は前記第 1 端部で生じる反射光の位相シフト、 m_1 は 0 または整数をそれぞれ表す。)

【数 2】

$$L_2 = t L_2 + a_2$$

$$(2 t L_2) / \lambda = -\Phi_2 / (2 \pi) + m_2$$

(式中、 $t L_2$ は前記第 2 端部と前記最大発光位置との間の光学的理論距離、 a_2 は前記発光層における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 Φ_2 は前記第 2 端部で生じる反射光の位相シフト、 m_2 は 0 または整数をそれぞれ表す。)

【請求項 2】 前記補正量 a_1 は数 3 を満たし、前記補正量 a_2 は数 4 を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の表示素子。

【数 3】

$$a_1 = b (\log_e (s))$$

(式中、 b は前記発光層における発光分布が前記最大発光位置から前記第 1 電極の方向へ広がっている場合には $2n \leq b \leq 6n$ の範囲内の値、前記最大発光位置から前記第 2 電極の方向へ広がっている場合には $-6n \leq b \leq -2n$ の範囲内の値であり、 s は前記発光層における発光分布に関する物性値 ($1/e$ 減衰距離)、 n は取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ における前記第 1 端部と前記第 2 端部との間の平均屈折率である。)

【数 4】

$$a_2 = -a_1$$

【請求項 3】 前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に、前記発光層を含む有機層を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の表示素子。

【請求項 4】 第 1 電極と第 2 電極との間に発光層を備えると共に、この発光層で発生した光を第 1 端部と第 2 端部との間で共振させる共振器構造を有する表示素子を備えた表示装置であって、

前記第 1 端部と前記発光層の最大発光位置との間の光学的距離 L_1 は数 5 を満たし、

前記第 2 端部と前記発光層の最大発光位置との間の光学的距離 L_2 は数 6 を満たす

ことを特徴とする表示装置。

【数 5】

$$L_1 = tL_1 + a_1$$

$$(2tL_1) / \lambda = -\Phi_1 / (2\pi) + m_1$$

(式中、 tL_1 は前記第 1 端部と前記最大発光位置との間の光学的理論距離、 a_1 は前記発光層における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 Φ_1 は前記第 1 端部で生じる反射光の位相シフト、 m_1 は 0 または整数をそれぞれ表す。)

【数 6】

$$L_2 = tL_2 + a_2$$

$$(2tL_2) / \lambda = -\Phi_2 / (2\pi) + m_2$$

(式中、 tL_2 は前記第 2 端部と前記最大発光位置との間の光学的理論距離、 a

m_2 は前記発光層における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 Φ_2 は前記第 2 端部で生じる反射光の位相シフト、 m_2 は 0 または整数をそれぞれ表す。)

【請求項 5】 前記補正量 a_1 は数 7 を満たし、前記補正量 a_2 は数 8 を満たすことを特徴とする請求項 4 記載の表示装置。

【数 7】

$$a_1 = b (\log_e (s))$$

(式中、 b は前記発光層における発光分布が前記最大発光位置から前記第 2 電極の方向へ広がっている場合には $-6n \leq b \leq -2n$ の範囲内の値、前記最大発光位置から前記第 1 電極の方向へ広がっている場合には $2n \leq b \leq 6n$ の範囲内の値であり、 s は前記発光層における発光分布に関する物性値 ($1/e$ 減衰距離)、 n は取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ における前記第 1 端部と前記第 2 端部との間の平均屈折率である。)

【数 8】

$$a_2 = -a_1$$

【請求項 6】 前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に、前記発光層を含む有機層を備えたことを特徴とする請求項 4 記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、表示素子およびこれを用いた表示装置に係り、特に、有機発光素子のような自発光型の表示素子およびこれを用いた表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、液晶ディスプレイに代わる表示装置として、有機発光素子を用いた有機 EL ディスプレイが注目されている。有機 EL ディスプレイは、自発光型であるので視野角が広く、消費電力が低いという特性を有し、また、高精細度の高速ビデオ信号に対しても十分な応答性を有するものと考えられており、実用化に向けて開発が進められている。

【0003】

これまで、有機発光素子については、共振器構造を導入することによって、発光色の色純度を向上させたり、発光効率を高めるなど、発光層で発生する光を制御する試みが行われてきた（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

【特許文献1】

国際公開第01/39554号パンフレット

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、共振器構造を導入した有機発光素子における実際の光の取り出し効率は、発光層の最大発光位置が、共振器構造においてどこに存在するかによって大きく異なっていた。

【0006】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、発光層で発生した光の取り出し効率を高めることができる表示素子およびこれを用いた表示装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明による表示素子は、第1電極と第2電極との間に発光層を備えると共に、この発光層で発生した光を第1端部と第2端部との間で共振させる共振器構造を有するものであって、第1端部と発光層の最大発光位置との間の光学的距離 L_1 は数9を満たし、第2端部と発光層の最大発光位置との間の光学的距離 L_2 は数10を満たすものである。

【0008】

【数9】

$$L_1 = t L_1 + a_1$$

$$(2 t L_1) / \lambda = -\Phi_1 / (2 \pi) + m_1$$

（式中、 $t L_1$ は第1端部と最大発光位置との間の光学的理論距離、 a_1 は発光層における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク

波長、 Φ_1 は第 1 端部で生じる反射光の位相シフト、 m_1 は 0 または整数をそれぞれ表す。)

【0009】

【数10】

$$L_2 = t L_2 + a_2$$

$$(2 t L_2) / \lambda = -\Phi_2 / (2 \pi) + m_2$$

(式中、 $t L_2$ は第 2 端部と最大発光位置との間の光学的理論距離、 a_2 は発光層における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 Φ_2 は第 2 端部で生じる反射光の位相シフト、 m_2 は 0 または整数をそれぞれ表す。)

【0010】

本発明による表示装置は、第 1 電極と第 2 電極との間に発光層を備えると共に、この発光層で発生した光を第 1 端部と第 2 端部との間で共振させる共振器構造を有する表示素子を備えたものであって、第 1 端部と発光層の最大発光位置との間の光学的距離 L_1 は数 11 を満たし、第 2 端部と発光層の最大発光位置との間の光学的距離 L_2 は数 12 を満たすものである。

【0011】

【数11】

$$L_1 = t L_1 + a_1$$

$$(2 t L_1) / \lambda = -\Phi_1 / (2 \pi) + m_1$$

(式中、 $t L_1$ は第 1 端部と最大発光位置との間の光学的理論距離、 a_1 は発光層における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 Φ_1 は第 1 端部で生じる反射光の位相シフト、 m_1 は 0 または整数をそれぞれ表す。)

【0012】

【数12】

$$L_2 = t L_2 + a_2$$

$$(2 t L_2) / \lambda = -\Phi_2 / (2 \pi) + m_2$$

(式中、 $t L_2$ は第 2 端部と最大発光位置との間の光学的理論距離、 a_2 は発光

層における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 Φ_2 は第2端部で生じる反射光の位相シフト、 m_2 は0または整数をそれぞれ表す。)

【0013】

本発明による表示素子では、第1端部と最大発光位置との間の光学的距離 L_1 が数9を満たし、第2端部と最大発光位置との間の光学的距離 L_2 が数10を満たすので、発光層で発生した光が第1端部または第2端部で反射して発光位置に戻ってきたときに、その戻り光の位相が発光時の位相と同一になる。よって、発生する光と、第1端部と第2端部との間で反射する光とは互いに強め合う関係になり、発光層で発生した光が効率良く取り出される。

【0014】

本発明による表示装置では、本発明による表示素子を用いるので、発光層で発生した光の取り出し効率が向上する。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0016】

〔第1の実施の形態〕

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る表示素子である有機発光素子を用いた表示装置の断面構造を表すものである。この表示装置は、極薄型の有機発光カラーディスプレイ装置などとして用いられるものであり、例えば、駆動パネル10と封止パネル20とが対向配置され、接着層30により全面が貼り合わされている。駆動パネル10は、ガラスなどの絶縁材料よりなる駆動用基板11の上に、赤色の光を発生する有機発光素子10Rと、緑色の光を発生する有機発光素子10Gと、青色の光を発生する有機発光素子10Bとが、順に全体としてマトリクス状に設けられている。

【0017】

この有機発光素子10R、10G、10Bは、例えば、駆動用基板11の側から、陽極としての第1電極12、有機層13、および陰極としての第2電極14

がこの順に積層された構造とされている。

【0018】

第1電極12は、反射層としての機能も兼ねており、できるだけ高い反射率を有するようにすることが発光効率を高める上で望ましい。例えば、第1電極12を構成する材料としては、白金(Pt)、金(Au)、銀(Ag)、クロム(Cr)あるいはタングステン(W)などの仕事関数の高い金属元素の単体または合金が挙げられ、第1電極12の積層方向の厚み(以下、単に厚みと言う)は100nm以上300nm以下とされることが好ましい。合金材料としては、例えば、銀を主成分とし、0.3質量%~1質量%のパラジウム(Pd)と、0.3質量%~1質量%の銅(Cu)とを含むAgPdCu合金が挙げられる。

【0019】

有機層13は、有機発光素子10R、10G、10Bごとに構成が異なっている。図2は、有機発光素子10Rにおける有機層13の構成を拡大して表すものである。有機発光素子10Rの有機層13は、正孔注入層13A、正孔輸送層13B、発光層13Cおよび電子輸送層13Dが第1電極12の側からこの順に積層された構造を有している。正孔注入層13Aおよび正孔輸送層13Bは発光層13Cへの正孔注入効率を高めるためのものである。発光層13Cは電流の注入により光を発生するものである。電子輸送層13Dは、発光層13Cへの電子注入効率を高めるためのものである。

【0020】

有機発光素子10Rの正孔注入層13Aは、例えば、厚みが15nm以上300nm以下であり、4, 4', 4"-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-MTDATA)あるいは4, 4', 4"-トリス(2-ナフチルフェニルアミノ)トリフェニルアミン(2-TNATA)により構成されている。

【0021】

有機発光素子10Rの正孔輸送層13Bは、例えば、厚みが15nm以上100nm以下であり、ビス[(N-ナフチル)-N-フェニル]ベンジジン(α -NPD)あるいは図3に示した化合物により構成されている。

【0022】

有機発光素子10Rの発光層13Cは、例えば、厚みが15nm以上100nm以下であり、8-キノリノールアルミニウム錯体(A1q3)に2,6-ビス[4-[N-(4-メトキシフェニル)-N-フェニル]アミノスチリル]ナフタレン-1,5-ジカルボニトリル(BSN-BCN)を40体積%混合したものにより構成されている。

【0023】

有機発光素子10Rの電子輸送層13Dは、例えば、厚みが15nm以上100nm以下であり、A1q3により構成されている。

【0024】

図4は、有機発光素子10G, 10Bにおける有機層13の構成を拡大して表すものである。有機発光素子10G, 10Bの有機層13は、正孔輸送層13B, 発光層13Cおよび電子輸送層13Dが第1電極12の側からこの順に積層された構造を有している。有機発光素子10G, 10Bの正孔輸送層13Bは、正孔注入層を兼ねている。

【0025】

有機発光素子10Gの正孔輸送層13Bは、例えば、厚みが15nm以上100nm以下であり、図3に示した化合物により構成されている。有機発光素子10Gの発光層13Cは、例えば、厚みが15nm以上100nm以下であり、A1q3にクマリン6(Coumarin6)を3体積%混合したものにより構成されている。有機発光素子10Gの電子輸送層13Dは、例えば、厚みが15nm以上100nm以下であり、A1q3により構成されている。

【0026】

有機発光素子10Bの正孔輸送層13Bは、例えば、厚みが15nm以上100nm以下であり、図3に示した化合物により構成されている。有機発光素子10Bの発光層13Cは、例えば、厚みが15nm以上100nm以下であり、スピロ6Φ(spiro6Φ)により構成されている。有機発光素子10Bの電子輸送層13Dは、例えば、厚みが15nm以上100nm以下であり、A1q3により構成されている。

【0027】

図1、図2および図4に示した第2電極14は、例えば、厚みが5nm以上50nm以下であり、アルミニウム（Al）、マグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ナトリウム（Na）などの仕事関数の小さい金属元素の単体または合金により構成されている。中でも、マグネシウムと銀との合金（MgAg合金）が好ましく、マグネシウムと銀との体積比はMg：Ag＝5：1～30：1が好ましい。

【0028】

第2電極14は、また、半透過性反射層としての機能を兼ねている。すなわち、この有機発光素子10R、10G、10Bは、第1電極12の発光層13C側の端面を第1端部P1、第2電極14の発光層13C側の端面を第2端部P2とし、有機層13を共振部として、発光層13Cで発生した光を共振させて第2端部P2の側から取り出す共振器構造を有している。このように共振器構造を有するようにすれば、発光層13Cで発生した光が多重干渉を起こし、一種の狭帯域フィルタとして作用することにより、取り出される光のスペクトルの半値幅が減少し、色純度を向上させることができるので好ましい。また、封止パネル20から入射した外光についても多重干渉により減衰させることができ、後述するカラーフィルター22（図1参照）との組合せにより有機発光素子10R、10G、10Bにおける外光の反射率を極めて小さくすることができるので好ましい。

【0029】

そのためには、共振器の第1端部P1と第2端部P2との間の光学的距離Lは数13を満たすようにし、共振器の共振波長（取り出される光のスペクトルのピーク波長）と、取り出したい光のスペクトルのピーク波長とを一致させることが好ましい。光学的距離Lは、実際には、数13を満たす正の最小値となるように選択することが好ましい。

【0030】

【数13】

$$(2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) = m$$

（式中、Lは第1端部P1と第2端部P2との間の光学的距離、Φは第1端部P

1で生じる反射光の位相シフト Φ_1 と第2端部P2で生じる反射光の位相シフト Φ_2 との和($\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$) (rad)、 λ は第2端部P2の側から取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 m は L が正となる整数をそれぞれ表す。なお、数13において L および λ は単位が共通すればよいが、例えば(nm)を単位とする。)

【0031】

また、図2および図4に示したように、有機発光素子10R, 10G, 10Bでは、発光層13Cの最大発光位置13Eと第1端部P1との間の光学的距離 L_1 が数14を満たし、最大発光位置13Eと第2端部P2との間の光学的距離 L_2 が数15を満たすように調整されている。ここで、最大発光位置13Eとは、発光領域のうちで最も発光強度が大きい位置を言う。例えば、発光層13Cの第1電極12の側と第2電極14の側との両方の界面で発光する場合には、そのうち発光強度の大きい方の界面である。有機発光素子10R, 10G, 10Bを上述した材料によりそれぞれ構成する場合には、有機発光素子10Rについては第1電極12の側の界面においても発光するが、第2電極14の側の方が大きいので、最大発光位置13Eは第2電極14の側の界面となる。有機発光素子10G, 10Bについては第2電極14の側でほとんど発光しないので、最大発光位置13Eは第1電極12の側の界面となる。

【0032】

【数14】

$$L_1 = t L_1 + a_1$$

$$(2 t L_1) / \lambda = -\Phi_1 / (2 \pi) + m_1$$

(式中、 $t L_1$ は第1端部P1と最大発光位置13Eとの間の光学的理論距離、 a_1 は発光層13Cにおける発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 Φ_1 は第1端部P1で生じる反射光の位相シフト(rad)、 m_1 は0または整数をそれぞれ表す。)

【0033】

【数15】

$$L_2 = t L_2 + a_2$$

$$(2 t L_2) / \lambda = -\Phi_2 / (2 \pi) + m_2$$

(式中、 $t L_2$ は第 2 端部 P 2 と最大発光位置 1 3 E との間の光学的理論距離、 a_2 は発光層 1 3 C における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 Φ_2 は第 2 端部 P 2 で生じる反射光の位相シフト (rad)、 m_2 は 0 または整数をそれぞれ表す。)

【0034】

数 1 4 は、発光層 1 3 C で発生した光のうち第 1 電極 1 2 の方へ向かう光が第 1 端部 P 1 で反射して戻ってきたときに、その戻り光の位相と発光時の位相とが同一となり、発光した光のうち第 2 電極 1 4 の方へ向かう光と強め合う関係となるようにするためのものである。また、数 1 5 は、発光層 1 3 C で発生した光のうち第 2 電極 1 4 の方へ向かう光が第 2 端部 P 2 で反射して戻ってきたときに、その戻り光の位相と発光時の位相とが同一となり、発光した光のうち第 1 電極 1 2 の方へ向かう光と強め合う関係となるようにするためのものである。

【0035】

数 1 4 の光学的理論距離 $t L_1$ および数 1 5 の光学的理論距離 $t L_2$ は、発光領域に広がりがないと考えた場合に、第 1 端部 P 1 または第 2 端部 P 2 での位相変化量と、進行することでの位相変化量がちょうど打ち消し合い、戻り光の位相と発光時の位相とが同一となる理論値である。但し、発光部分には通常広がりがあるので、数 1 4 および数 1 5 では、発光分布に基づく補正量 a_1 , a_2 が加えられている。

【0036】

補正量 a_1 , a_2 は発光分布により異なるが、本実施の形態のように、最大発光位置 1 3 E が発光層 1 3 C の第 2 電極 1 4 の側にあり、発光分布が最大発光位置 1 3 E から第 1 電極 1 2 の側に広がっている場合、または最大発光位置 1 3 E が発光層 1 3 C の第 1 電極 1 2 の側にあり、発光分布が最大発光位置 1 3 E から第 2 電極 1 4 の側に広がっている場合には、例えば数 1 6 および数 1 7 により求められる。

【0037】

【数 1 6】

$$a_1 = b (\log_e (s))$$

(式中、 b は発光層 13Cにおける発光分布が最大発光位置 13Eから第1電極 12の方向へ広がっている場合には $2n \leq b \leq 6n$ の範囲内の値、最大発光位置 13Eから第2電極 14の方向へ広がっている場合には $-6n \leq b \leq -2n$ の範囲内の値であり、 s は発光層 13Cにおける発光分布に関する物性値 ($1/e$ 減衰距離)、 n は取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ における第1端部 P1と第2端部 P2との間の平均屈折率である。)

【0038】

【数17】

$$a_2 = -a_1$$

【0039】

数16における物性値 s は、発光層 13Cにおける発光分布、すなわち発光層 13Cの最大発光位置 13Eとなる界面から発光層 13Cの他方の界面方向に x 離れた位置での発光強度 I を表す数18により与えられるものである。発光分布は発光層 13Cあるいはチャージバランスなどの要因により変化し、それにより物性値 s も異なる。例えば、有機発光素子 10R, 10G, 10Bを上述した材料によりそれぞれ構成する場合には、有機発光素子 10Rについては第2電極 14の側の s が 15 nm以上 35 nm以下、第1電極 12の側の s が 2 nm以上 10 nm以下、有機発光素子 10Gについては第1電極 12の側の s が 15 nm以上 30 nm以下、有機発光素子 10Bについては第1電極 12の側の s が 10 nm以上 25 nm以下である。この物性値 s は実測により得られる。

【0040】

【数18】

$$I = e^{-x/s}$$

【0041】

図5は、数13が成り立つ条件で、第2端部 P2と最大発光位置 13Eとの間の距離を変えた場合の輝度のシミュレーション結果を表すものである。なお、有機発光素子は、クロムよりなる第1電極 12、 α -NPDよりなる正孔輸送層 13B、クマリン6を混合した Alq3よりなる発光層 13C、Alq3よりなる

電子輸送層 13 D、および Mg Ag 合金よりなる第 2 電極 14 を順に積層した構成とし、取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ は 535 nm とした。この場合、第 1 端部 P1 で生じる反射光の位相シフト Φ_1 は -2.6 rad 、第 2 端部 P2 で生じる反射光の位相シフト Φ_2 は -2.2 rad であり、最大発光位置 13 E は発光層 13 C と正孔輸送層 13 B との界面となる。

【0042】

図 5 に示したように、 $s = 1 \text{ nm}$ とした場合、すなわち発光領域に広がりがないとした場合には、第 2 端部 P2 と最大発光位置 13 E との距離が 53 nm 近辺、すなわち光学的距離 L_2 が 53 n (nm) 近辺において輝度が最大となっている。これは、数 15 により求めた第 2 端部 P2 と最大発光位置 13 E との間の光学的理論距離 $t L_2$ の値、53 n (nm) と一致している。但し、 $s = 23 \text{ nm}$ とした場合、すなわち発光領域に広がりをもたせた場合には、光学的距離 L_2 が 67 n (nm) 近辺において輝度が最大となる。つまり、発光分布に基づく補正が必要であることが分かる。

【0043】

図 6 は、数 13 が成り立つ条件で、 s の値と、発光強度が最大になる第 2 端部 P2 と最大発光位置 13 E との間の距離との関係を、発光層 13 C の厚みが 30 nm および 50 nm の場合についてそれぞれ表したものである。なお、有機発光素子の構成および取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ は、図 5 に示した場合と同一とした。また、図 6 には、数 15 により求められた光学的理論距離 $t L_2$ に数 16 および数 17 で求められる補正量 a_2 の最小値または最大値を加えた値、すなわち $(53 + 2 \log_e(s)) \text{ n}$ および $(53 + 6 \log_e(s)) \text{ n}$ も合わせて示す。

【0044】

図 6 に示したように、発光強度が最大になる第 2 端部 P2 と最大発光位置 13 E との間の距離は、 s の値が大きくなるに従って増加し、発光層 13 C の厚みにより一定の値に近づいている。この曲線は $t L_2 + b (\log_e(s))$ に近似され、発光層 13 C の厚みが 30 nm の場合も 50 nm の場合も、発光強度が最大になる第 2 端部 P2 と最大発光位置 13 E との間の距離は、 $53 + 2 \log_e$

(s) と $53 + 61 \log_e(s)$ (s) との間に位置している。発光層 13C の厚みは一般的に 30 nm 以上 50 nm 以下の範囲にあるので、数 16 および数 17 に示したように、光学的距離 L_2 を $tL_2 + 21 \log_e(s)n$ 以上、 $tL_2 + 51 \log_e(s)n$ 以下の範囲内とすれば好ましいことが分かる。なお、発光層 13C における発光分布が最大発光位置 13E から第 1 電極 12 の方向へ広がっている場合には、b の符号が逆になることを除き同一である。

【0045】

このように数 13 ないし数 17 を満たす有機発光素子 10R の具体的な構成としては、例えば、取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ を 635 nm とする場合、クロムよりなる第 1 電極 12、2-TNATA よりなる厚み 32 nm の正孔注入層 13A、図 3 に示した化合物よりなる厚み 37 nm の正孔輸送層 13B、BSN-BCN を 40 体積% 混合した Alq_3 よりなる厚み 25 nm の発光層 13C、 Alq_3 よりなる厚み 48 nm の電子輸送層 13D、および MgAg 合金よりなる厚み 12 nm の第 2 電極 14 を順に積層したものが挙げられる。この場合、s は 30 nm である。

【0046】

また、有機発光素子 10R の他の構成例としては、例えば、取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ を 635 nm とする場合、AgPdCu 合金よりなる第 1 電極 12、2-TNATA よりなる厚み 18 nm の正孔注入層 13A、図 3 に示した化合物よりなる厚み 37 nm の正孔輸送層 13B、BSN-BCN を 40 体積% 混合した Alq_3 よりなる厚み 25 nm の発光層 13C、 Alq_3 よりなる厚み 48 nm の電子輸送層 13D、および MgAg 合金よりなる厚み 12 nm の第 2 電極 14 を順に積層したものが挙げられる。この場合、s は 30 nm である。

【0047】

数 13 ないし数 17 を満たす有機発光素子 10G の具体的な構成としては、例えば、取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ を 535 nm とする場合、クロムよりなる第 1 電極 12、図 3 に示した化合物よりなる厚み 55 nm の正孔輸送層 13B、クマリン 6 を 3 体積% 混合した Alq_3 よりなる厚み 30 nm の発

光層 13C、Alq₃ よりなる厚み 33 nm の電子輸送層 13D、および MgAg 合金よりなる厚み 12 nm の第 2 電極 14 を順に積層したものが挙げられる。この場合、 Φ は -4.8 rad 、 L は 117 nm 、 Φ_1 は -2.6 rad 、 tL_1 は 64 nm 、 L_1 は 50 nm 、 s は 23 nm 、 Φ_2 は -2.2 rad 、 tL_2 は 53 nm 、 L_2 は 67 nm 、第 1 端部 P1 と第 2 端部 P2 との間すなわち有機層 13 の平均屈折率 n は 1.7 である。

【0048】

また、有機発光素子 10G の他の構成例としては、例えば、取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ を 535 nm とする場合、AgPdCu 合金よりなる第 1 電極 12、図 3 に示した化合物よりなる厚み 39 nm の正孔輸送層 13B、クマリン 6 を 3 体積% 混合した Alq₃ よりなる厚み 30 nm の発光層 13C、Alq₃ よりなる厚み 33 nm の電子輸送層 13D、および MgAg 合金よりなる厚み 12 nm の第 2 電極 14 を順に積層したものが挙げられる。この場合、 s は 23 nm である。

【0049】

数 13 ないし数 17 を満たす有機発光素子 10B の具体的な構成としては、例えば、取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ を 450 nm とする場合、クロムよりなる第 1 電極 12、図 3 に示した化合物よりなる厚み 36 nm の正孔輸送層 13B、スピロ 6Φ よりなる厚み 34 nm の発光層 13C、Alq₃ よりなる厚み 12 nm の電子輸送層 13D、および MgAg 合金よりなる厚み 12 nm の第 2 電極 14 を順に積層したものが挙げられる。

【0050】

また、有機発光素子 10B の他の構成例としては、例えば、取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ を 450 nm とする場合、AgPdCu 合金よりなる第 1 電極 12、図 3 に示した化合物よりなる厚み 20 nm の正孔輸送層 13B、スピロ 6Φ よりなる厚み 34 nm の発光層 13C、Alq₃ よりなる厚み 12 nm の電子輸送層 13D、および MgAg 合金よりなる厚み 12 nm の第 2 電極 14 を順に積層したものが挙げられる。

【0051】

図1に示した封止パネル20は、駆動パネル10の第2電極14の側に位置しており、接着層30と共に有機発光素子10R、10G、10Bを封止する封止用基板21を有している。封止用基板21は、有機発光素子10R、10G、10Bで発生した光に対して透明なガラスなどの材料により構成されている。封止用基板21には、例えば、カラーフィルター22が設けられており、有機発光素子10R、10G、10Bで発生した光を取り出すと共に、有機発光素子10R、10G、10B並びにその間の配線において反射された外光を吸収し、コントラストを改善するようになっている。

【0052】

カラーフィルター22は、封止用基板21のどちら側の面に設けられてもよいが、駆動パネル10の側に設けられることが好ましい。カラーフィルター22が表面に露出せず、接着層30により保護することができるからである。カラーフィルター22は、赤色フィルター22R、緑色フィルター22Gおよび青色フィルター22Bを有しており、有機発光素子10R、10G、10Bに対応して順に配置されている。

【0053】

赤色フィルター22R、緑色フィルター22Gおよび青色フィルター22Bは、それぞれ例えば矩形形状で隙間なく形成されている。これら赤色フィルター22R、緑色フィルター22Gおよび青色フィルター22Bは、顔料を混入した樹脂によりそれぞれ構成されており、顔料を選択することにより、目的とする赤、緑あるいは青の波長域における光透過率が高く、他の波長域における光透過率が低くなるように調整されている。

【0054】

さらに、カラーフィルター22における透過率の高い波長範囲と、共振器構造から取り出したい光のスペクトルのピーク波長 λ とは一致している。これにより、封止パネル20から入射する外光のうち、取り出す光のスペクトルのピーク波長 λ に等しい波長を有するもののみがカラーフィルター22を透過し、その他の波長の外光が有機発光素子10R、10G、10Bに侵入することが防止される。

【0055】

この有機発光素子 10R, 10G, 10B は、例えば、次のようにして製造することができる。

【0056】

図 7 および図 8 は、この表示装置の製造方法を工程順にを表すものである。まず、図 7 (A) に示したように、上述した材料よりなる駆動用基板 11 の上に、例えば直流スパッタリングにより、上述した材料よりなる第 1 電極 12 を上述した厚みで成膜し、例えばリソグラフィ技術を用いて選択的にエッチングし、所定の形状にパターニングする。その後、同じく図 7 (A) に示したように、例えば蒸着法により、上述した厚みおよび材料よりなる正孔注入層 13A, 正孔輸送層 13B, 発光層 13C, 電子輸送層 13D および第 2 電極 14 を順次成膜し、図 2 および図 4 に示したような有機発光素子 10R, 10G, 10B を形成する。これにより、駆動パネル 10 が形成される。

【0057】

また図 7 (B) に示したように、例えば、上述した材料よりなる封止用基板 21 の上に、赤色フィルター 22R の材料をスピンコートなどにより塗布し、フォトリソグラフィ技術によりパターニングして焼成することにより赤色フィルター 22R を形成する。続いて、同じく図 7 (B) に示したように、赤色フィルター 22R と同様にして、青色フィルター 22B および緑色フィルター 22G を順次形成する。これにより、封止パネル 20 が形成される。

【0058】

封止パネル 20 および駆動パネル 10 を形成したのち、図 8 (A) に示したように、有機電界発光素子 10R, 10G, 10B の上に、接着層 30 を形成する。そののち、図 8 (B) に示したように、駆動パネル 10 と封止パネル 20 とを接着層 30 を介して貼り合わせる。その際、封止パネル 20 のうちカラーフィルター 22 を形成した側の面を、駆動パネル 10 と対向させて配置することが好ましい。以上により、駆動パネル 10 と封止パネル 20 とが接着され、図 1 ないし図 4 に示した表示装置が完成する。

【0059】

この表示装置では、第1電極12と第2電極14との間に所定の電圧が印加されると、発光層13Bに電流が注入され、正孔と電子とが再結合することにより、発光が起こる。この光は、第1電極12と第2電極14との間で多重反射し、第2電極14、カラーフィルター22および封止用基板21を透過して取り出される。このとき、最大発光位置13Eと第1端部P1との間の光学的距離 L_1 が数14を満たすので、発生した光のうち第1電極12の方へ向かう光に関しては、第1端部P1で反射して戻ってきたときの位相が、発光した光のうち第2電極14の方へ向かう光の位相と同じくなり強め合う関係となる。また、最大発光位置13Eと第2端部P2との間の光学的距離 L_2 が数15を満たすので、発生した光のうち第2電極14の方へ向かう光に関しては、第2端部P2で反射して戻ってきた光の位相が、発光した光のうち第1電極12の方へ向かう光の位相と同じになり強め合う関係となる。従って、発光層13Cで発生した光が効率よく取り出される。

【0060】

このように、本実施の形態によれば、最大発光位置13Eと第1端部P1との間の光学的距離 L_1 が数14を満たし、最大発光位置13Eと第2端部P2との間の光学的距離 L_2 が数15を満たすようにしたので、発光層13Cで発生した光の位相と、第1端部P1または第2端部P2で反射して発光位置に戻ってきた戻り光の位相とを同一とすることができる。よって、第1端部P1と第2端部P2との間で反射する光と、発生する光とを、互いに強め合う関係とすることができる。発光層13Cで発生した光の取り出し効率を向上させることができる。

【0061】

[第2の実施の形態]

次に、本発明の第2の実施の形態に係る表示装置について説明する。この表示装置は、第1の実施の形態の表示装置の有機発光素子10Gの代わりに、図9に示したような構成の有機層43を有する有機発光素子40Gを有することを除いては、第1の実施の形態で図1を参照して説明した表示装置と同一である。また、第1の実施の形態と同様にして製造することができ、同様に作用し、同様の効果を得ることができる。よって、同一の構成要素には同一の符号を付して、その

詳細な説明を省略する。

【0062】

有機発光素子40Gは、いわゆるリン光グリーンデバイスであり、発光層43Cの第2電極14側の界面において主として発光するものである。すなわち、最大発光位置43Eは発光層43Cの第2電極14側の界面である。また、有機発光素子40Gは、有機層43の構成が異なることを除いては有機発光素子10Gと同一の構成を有している。有機層43は、第1電極12の側から、例えば、2-TNATAよりなる正孔注入層43A、図3に示した化合物よりなる正孔輸送層43B、4,4'-ビス(カルバゾルー9-イル)ビフェニル(CBP)にトリス[2-(2-ピリディニル)フェニル-C, N]-イリジウム(Irppy)を5体積%混合したものにより構成された発光層43C、ビス(2-メチルー8-キノリノラート)(p-フェニルフェノラート)アルミニウム(III)(BAIq)よりなる正孔ブロック層43F、およびAlq₃よりなる電子輸送層43Dを順に積層した構成を有している。

【0063】

共振器の第1端部P1と第2端部P2との間の光学的距離L、最大発光位置43Eと第1端部P1との間の光学的距離L₁、および最大発光位置43Eと第2端部P2との間の光学的距離L₂は、第1の実施の形態と同様に数13ないし数17を満たすことが好ましい。

【0064】

数13ないし数17を満たす具体的な構成としては、例えば上述した材料により有機層43を構成し、取り出したい光のスペクトルのピーク波長λを520nmとする場合、正孔注入層43Aの厚みを15nm、正孔輸送層43Bの厚みを25nm、発光層43Cの厚みを30nm、正孔ブロック層43Fの厚みを10nm、電子輸送層43Dの厚みを40nmとし、第1電極12をクロムにより構成し、第2電極14を厚み12nmのMgAg合金により構成したものが挙げられる。

【0065】

以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限

定されるものではなく、種々変形が可能である。例えば、上記実施の形態において説明した各層の材料および厚み、または成膜方法および成膜条件などは限定されるものではなく、他の材料および厚みとしてもよく、または他の成膜方法および成膜条件としてもよい。例えば、上記実施の形態においては、駆動用基板 11 の上に、第 1 電極 12、有機層 13 および第 2 電極 14 を駆動用基板 11 の側から順で積層し、封止パネル 20 の側から光を取り出すようにした場合について説明したが、積層順序を逆にして、駆動用基板 11 の上に、第 2 電極 14、有機層 13 および第 1 電極 12 を駆動用基板 11 の側から順に積層し、駆動用基板 11 の側から光を取り出すようにすることもできる。

【0066】

また、例えば、上記実施の形態では、第 1 電極 12 を陽極、第 2 電極 14 を陰極とする場合について説明したが、陽極および陰極を逆にして、第 1 電極 12 を陰極、第 2 電極 14 を陽極としてもよい。さらに、第 1 電極 12 を陰極、第 2 電極 14 を陽極とすると共に、駆動用基板 11 の上に、第 2 電極 14、有機層 13 および第 1 電極 12 を駆動用基板 11 の側から順に積層し、駆動用基板 11 の側から光を取り出すようにすることもできる。

【0067】

また、上記実施の形態では、有機発光素子 10R、10G、10B の構成を具体的に挙げて説明したが、全ての層を備える必要はなく、また、他の層を更に備えていてもよい。例えば、第 1 電極 12 と有機層 13 との間に、酸化クロム (Cr_2O_3)、ITO (Indium-Tin Oxide: インジウム (In) およびスズ (Sn) の酸化物混合膜) などからなる正孔注入用薄膜層を備えていてもよい。あるいは、有機発光素子 10R、10G、10B を保護膜で覆い、保護膜の上に接着層 30 を形成するようにしてもよい。また、例えば第 1 電極 12 を、誘電体多層膜または A1 などの反射膜の上部に透明導電膜を積層した 2 層構造とすることもできる。この場合、この反射膜の発光層側の端面が共振部の端部を構成し、透明導電膜は共振部の一部を構成することになる。

【0068】

さらにまた、上記実施の形態では、第 2 電極 14 が半透過性反射層により構成

されている場合について説明したが、第2電極14は、半透過性反射層と透明電極とが第1電極12の側から順に積層された構造としてもよい。この透明電極は、半透過性反射層の電気抵抗を下げるためのものであり、発光層で発生した光に対して十分な透光性を有する導電性材料により構成されている。透明電極を構成する材料としては、例えば、ITOまたはインジウムと亜鉛（Zn）と酸素とを含む化合物が好ましい。室温で成膜しても良好な導電性を得ることができるからである。透明電極の厚みは、例えば30nm以上1000nm以下とすることができる。また、この場合、半透過性反射層を一方の端部とし、透明電極を挟んで半透過性電極に対向する位置に他方の端部を設け、透明電極を共振部とする共振器構造を形成するようにしてもよい。さらに、そのような共振器構造を設けた上で、有機発光素子10R、10G、10Bを保護膜で覆うようにし、この保護膜を、透明電極を構成する材料と同程度の屈折率を有する材料により構成すれば、保護膜を共振部の一部とすることができ、好ましい。

【0069】

さらに、本発明は、第2電極14を透明電極により構成すると共に、この透明電極の有機層13と反対側の端面の反射率が大きくなるように構成し、第1電極12の発光層13B側の端面を第1端部、透明電極の有機層と反対側の端面を第2端部とした共振器構造を構成した場合についても適用することができる。例えば、透明電極を大気層に接触させ、透明電極と大気層との境界面の反射率を大きくして、この境界面を第2端部としてもよい。また、接着層との境界面での反射率を大きくして、この境界面を第2端部としてもよい。さらに、有機発光素子10R、10G、10Bを保護膜で覆い、この保護膜との境界面での反射率を大きくして、この境界面を第2端部としてもよい。

【0070】

【発明の効果】

以上説明したように請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の表示素子、または請求項4ないし請求項6のいずれか1項に記載の表示装置によれば、第1端部と最大発光位置との間の光学的距離 L_1 が数1または数5を満たし、第2端部と最大発光位置との間の光学的距離 L_2 が数2または数6を満たすようにし

たので、発光層で発生した光の位相と、第1端部または第2端部で反射して発光位置に戻ってきた戻り光の位相とを同一とすることができる。よって、第1端部と第2端部との間で反射する光と、発生する光とを、互いに強め合う関係とすることができ、発光層で発生した光の取り出し効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係る表示素子である有機発光素子を用いた表示装置の構成を表す断面図である。

【図2】

図1に示した有機発光素子における有機層の構成を拡大して表す断面図である。

【図3】

図2に示した有機発光素子の発光層に用いられる化合物の構成を表す図である。

【図4】

図1に示した有機発光素子における有機層の構成を拡大して表す断面図である。

【図5】

第2端部と最大発光位置との間の距離を変えた場合の輝度のシミュレーション結果を表す図である。

【図6】

s の値と、発光強度が最大になる第2端部と最大発光位置との間の距離との関係を、発光層の厚みが30nmおよび50nmの場合についてそれぞれ表した図である。

【図7】

図1に示した表示装置の製造方法を工程順に表す断面図である。

【図8】

図7に続く工程を表す断面図である。

【図9】

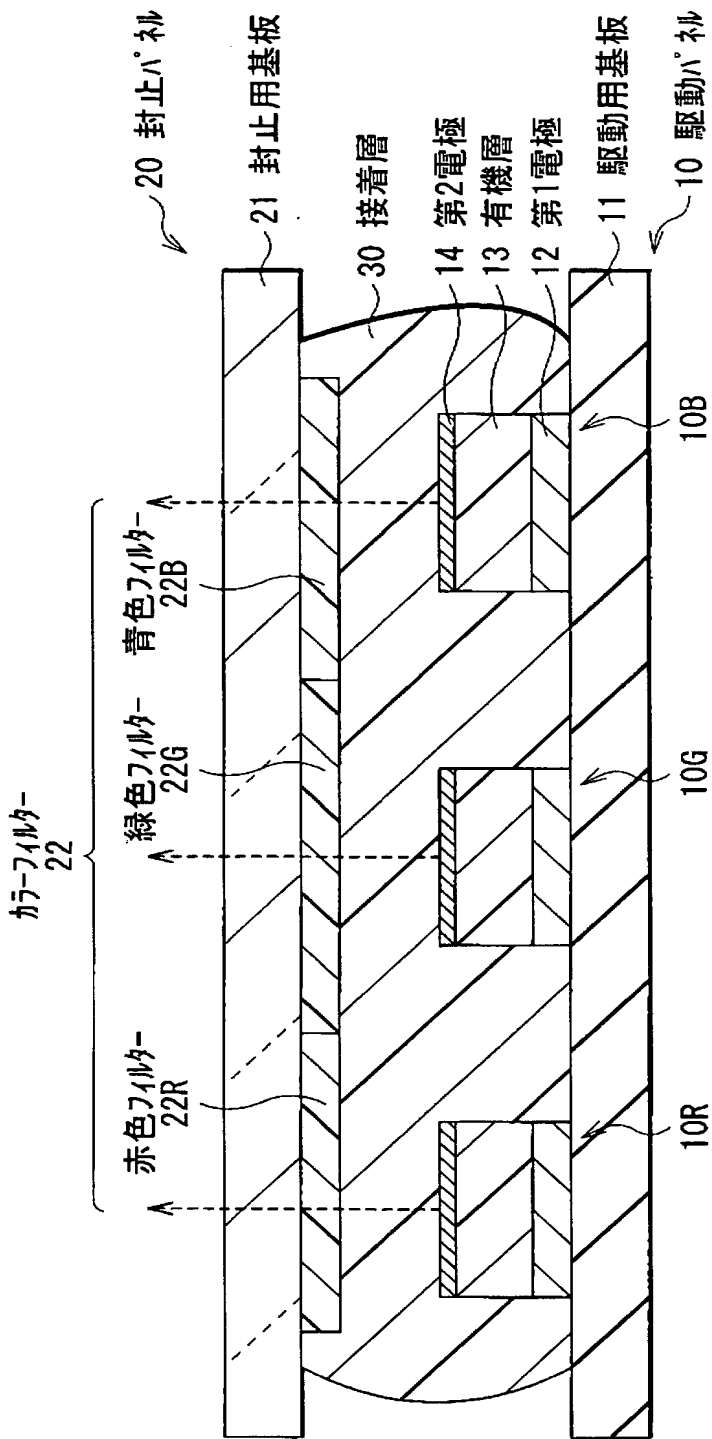
本発明の第 2 の実施の形態に係る表示装置に用いられる有機発光素子における有機層の構成を拡大して表す断面図である。

【符号の説明】

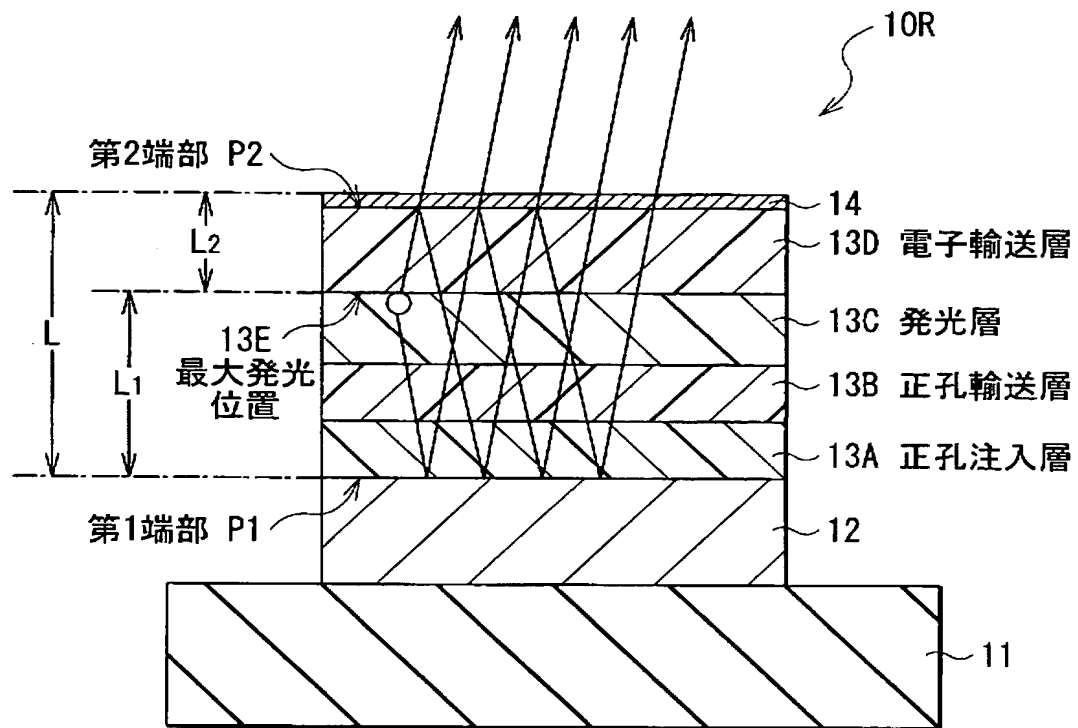
1 0 … 駆動パネル、1 0 R, 1 0 G, 1 0 B, 4 0 G … 有機発光素子、1 1 … 駆動用基板、1 2 … 第 1 電極、1 3 … 有機層、1 3 A, 4 3 A … 正孔注入層、1 3 B, 4 3 B … 正孔輸送層、1 3 C, 4 3 C … 発光層、1 3 D, 4 3 D … 電子輸送層、1 3 E, 4 3 E … 最大発光位置、1 4 … 第 2 電極、2 0 … 封止パネル、2 1 … 封止用基板、2 2 … カラーフィルター、2 2 R … 赤色フィルター、2 2 G … 緑色フィルター、2 2 B … 青色フィルター、3 0 … 接着層、4 3 F … 正孔ブロック層

【書類名】 図面

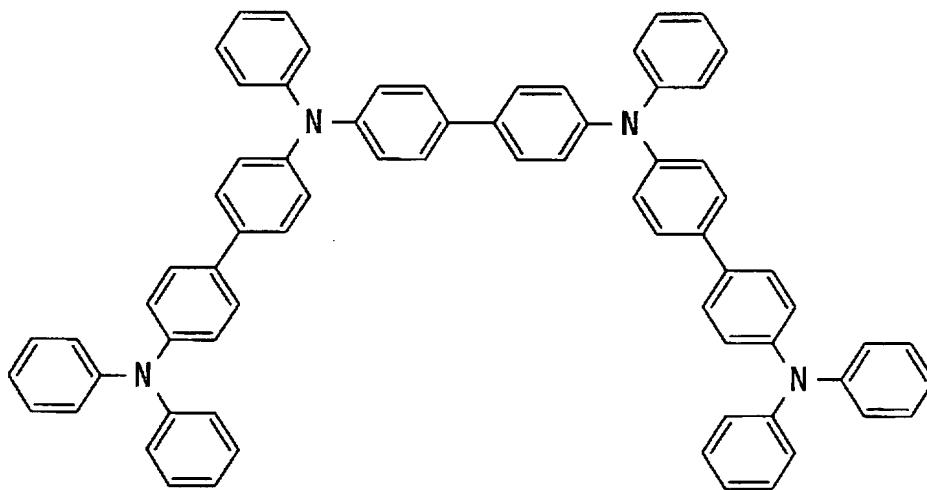
【図1】



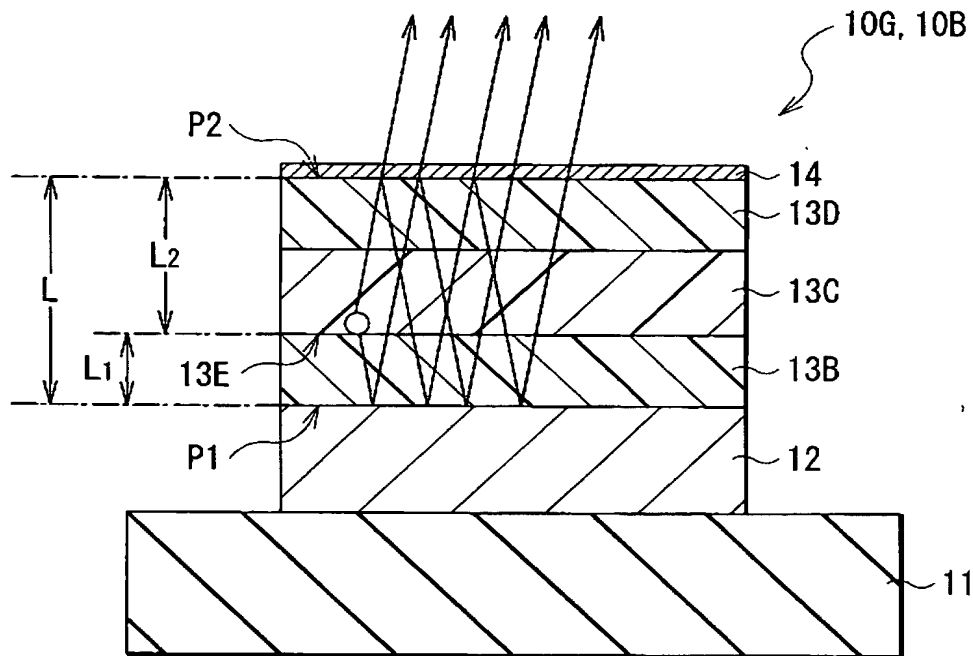
【図 2】



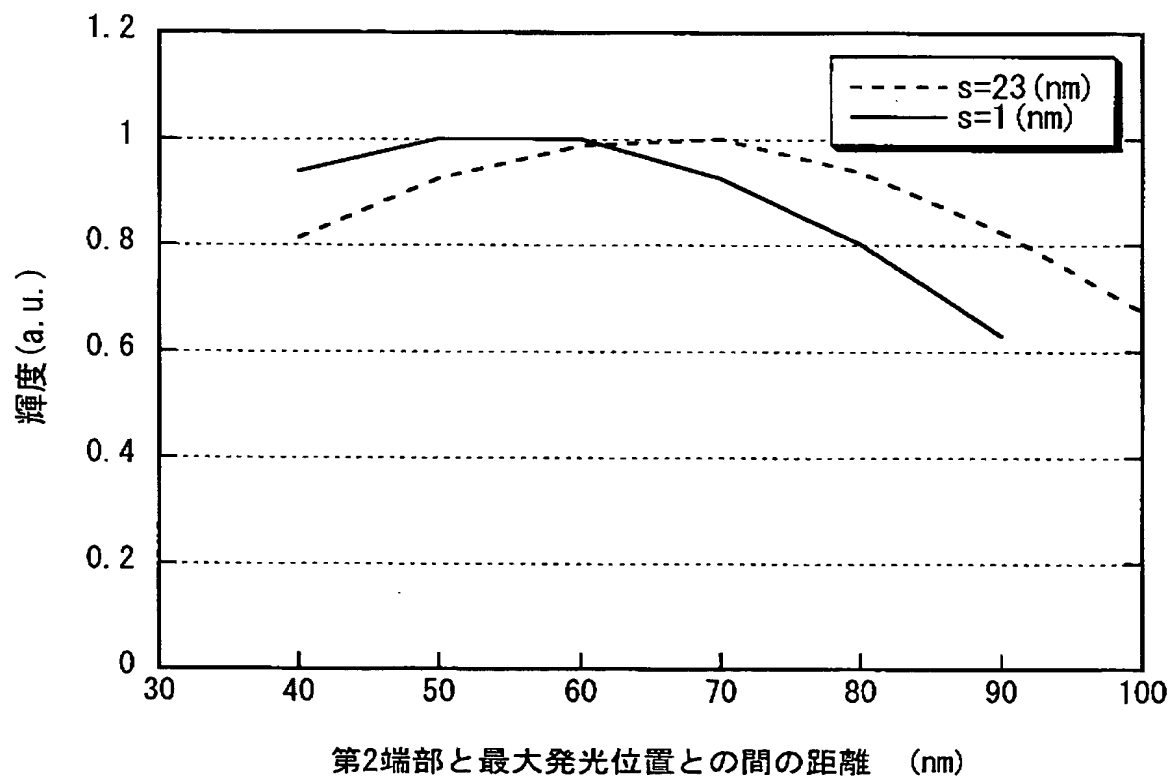
【図 3】



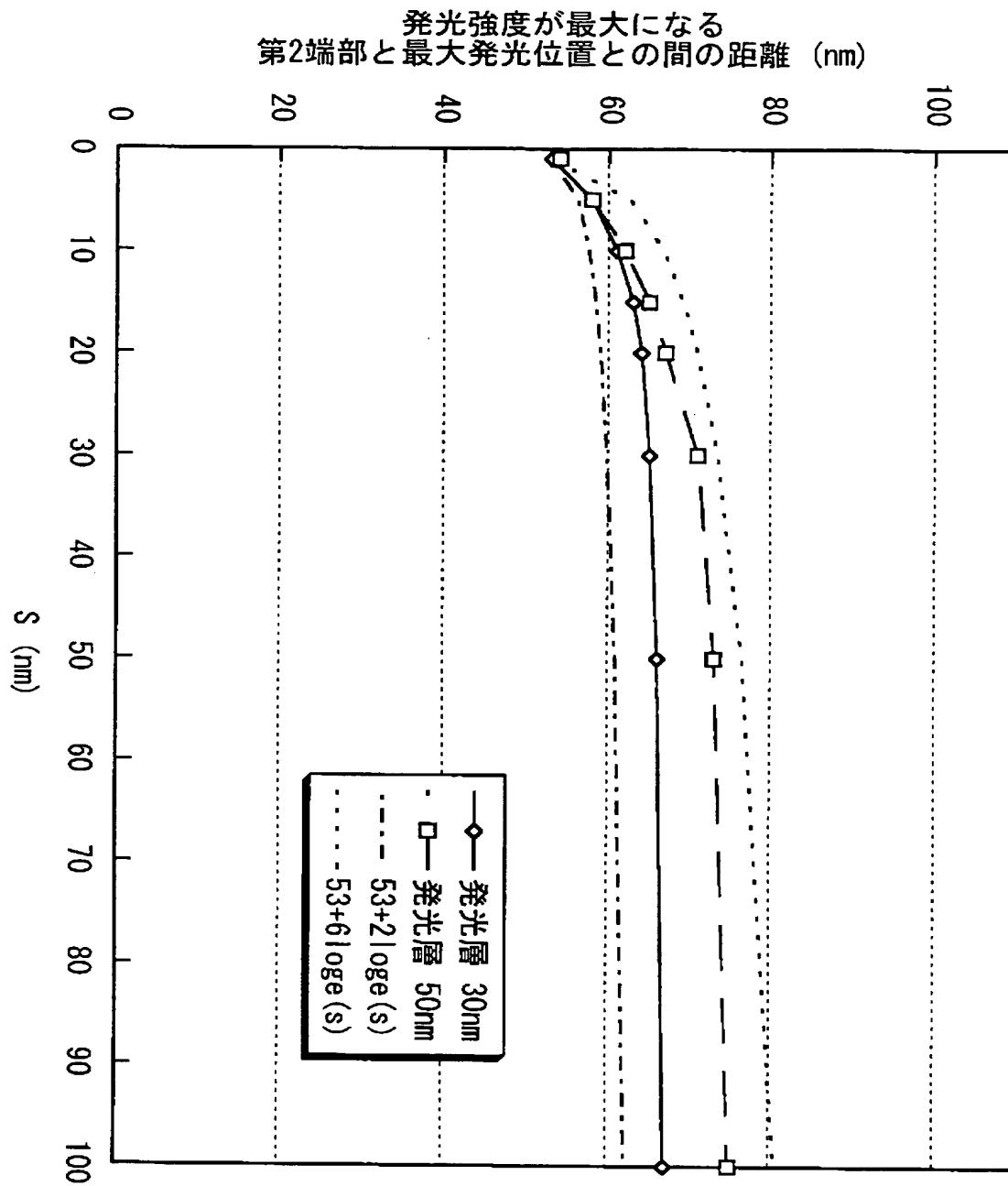
【図4】



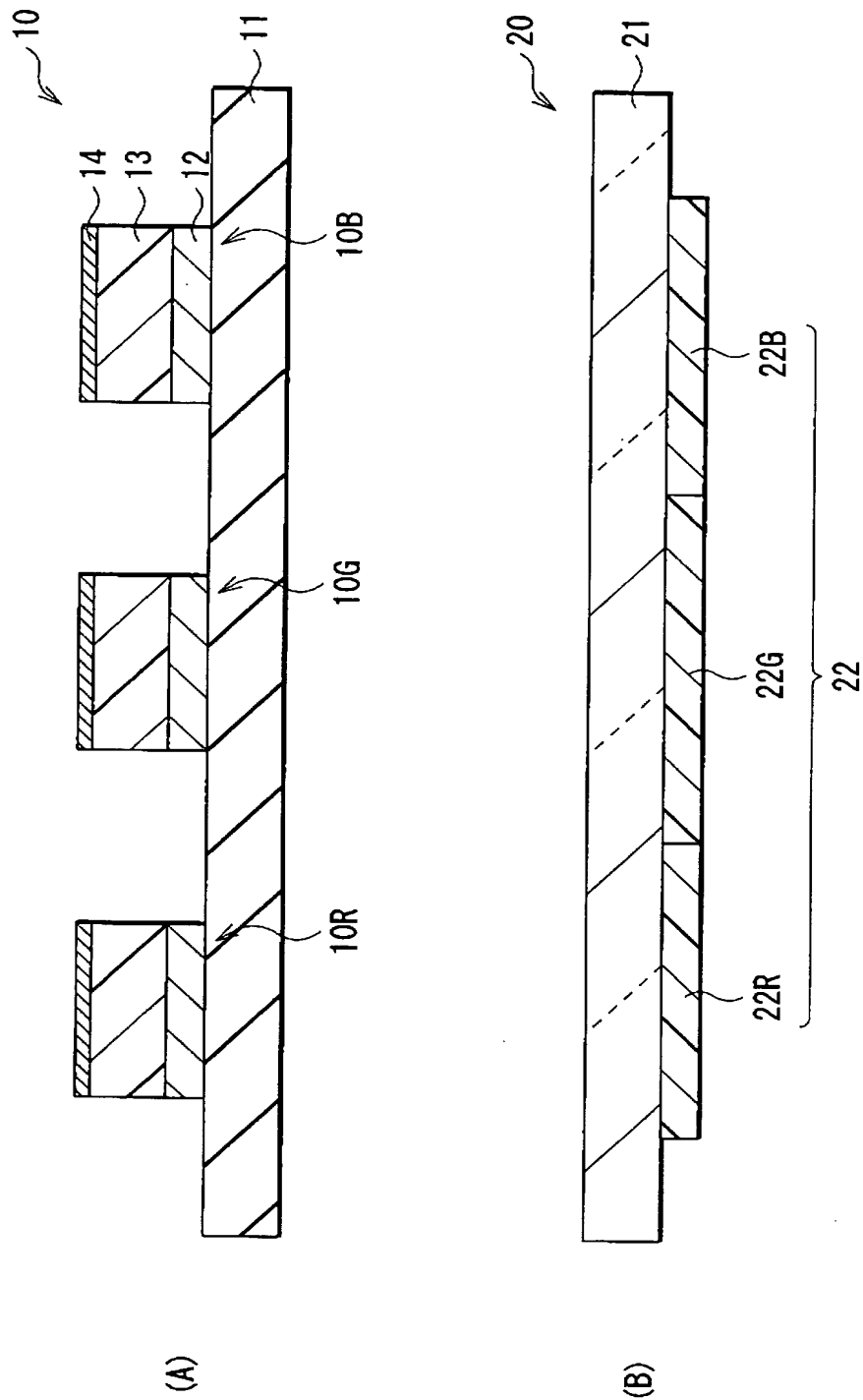
【図5】



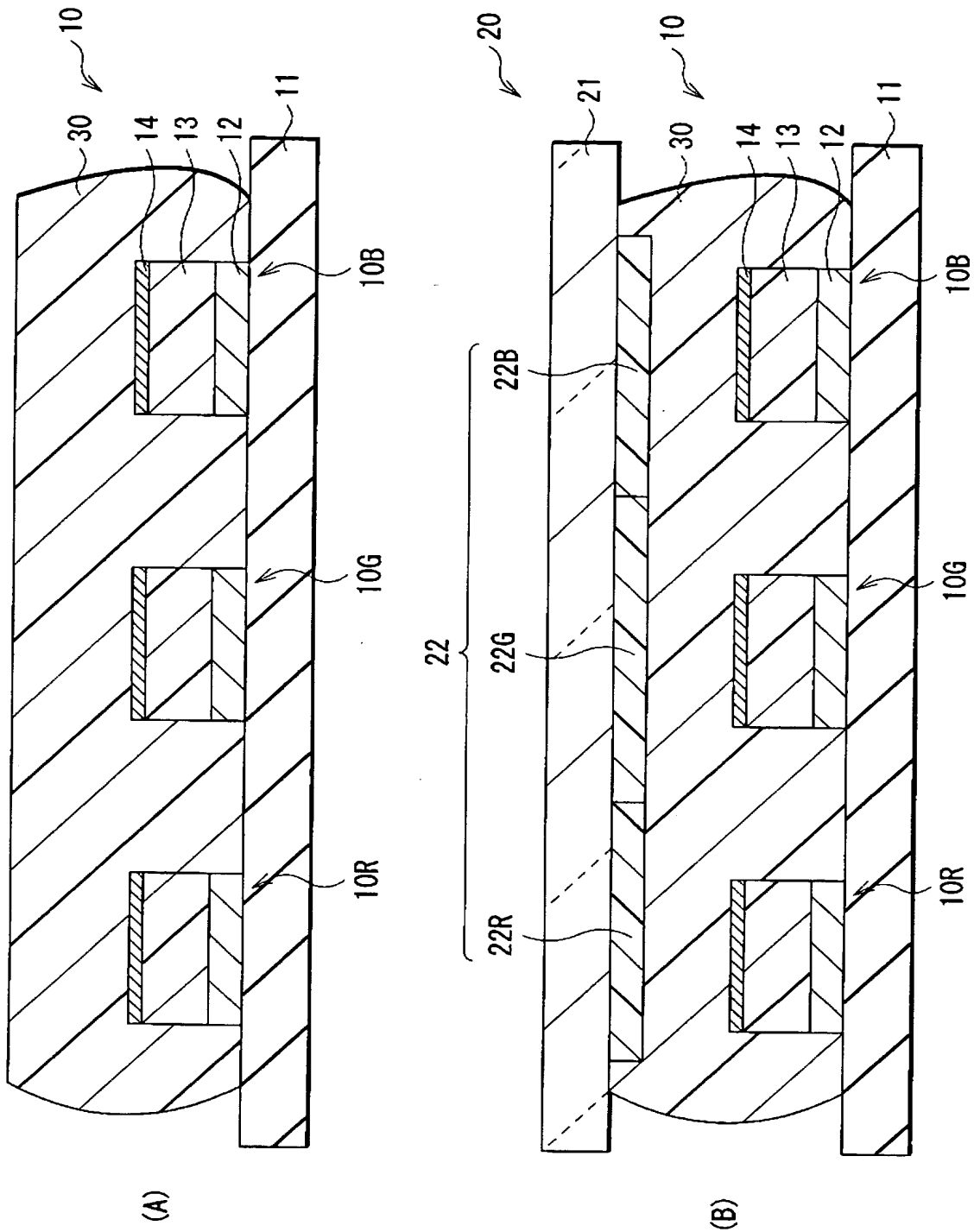
【図 6】



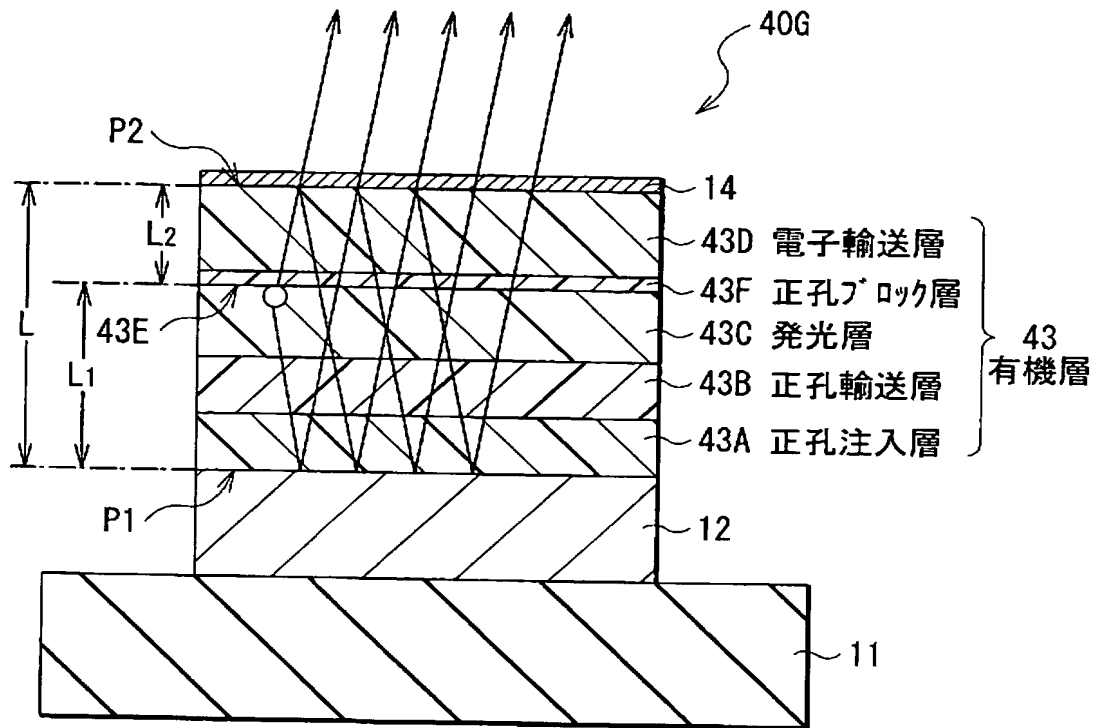
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光の取り出し効率を高めた表示素子および表示装置を提供する。

【解決手段】 発光層 13C の最大発光位置 13E と第 1 端部 P1 との光学的距離 L_1 は、 $L_1 = tL_1 + a_1$, $(2tL_1) / \lambda = -\Phi_1 / (2\pi) + m_1$ を満たす。最大発光位置 13E と第 2 端部 P2 との光学的距離 L_2 は、 $L_2 = tL_2 + a_2$, $(2tL_2) / \lambda = -\Phi_2 / (2\pi) + m_2$ を満たす。 tL_1 , tL_2 は第 1 端部 P1 または第 2 端部 P2 と最大発光位置 13E との間の光学的理論距離、 a_1 , a_2 は発光層 13C における発光分布に基づく補正量、 λ は取り出したい光のスペクトルのピーク波長、 Φ_1 , Φ_2 は第 1 端部 P1 または第 2 端部 P2 で生じる反射光の位相シフト、 m_1 , m_2 は 0 または整数である。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 2 9 2 0 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
 [変更理由] 新規登録
 住 所 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
 氏 名 ソニー株式会社

2. 変更年月日 2 0 0 3 年 5 月 1 5 日
 [変更理由] 名称変更
 住所変更
 住 所 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
 氏 名 ソニー株式会社